

**DISEÑO HIDRÁULICO DE LA PRIMERA FASE DE LA RED DE
ALCANTARILLADO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE CHIPAQUE**

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN RECURSOS HÍDRICOS

BOGOTÁ D.C – 2019

**DISEÑO HIDRÁULICO DE LA PRIMERA FASE DE LA RED DE
ALCANTARILLADO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE CHIPAQUE**

JONY ALEXANDER HERNANDEZ MEDINA

&

SERGIO SEBASTIAN OSORIO VAGNER

Trabajo de grado para obtener el título de Especialista en Recursos Hídricos.

Asesor: CARLOS DANIEL MONTES RODRIGUEZ

Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN RECURSOS HÍDRICOS

BOGOTÁ D.C – 2019



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Bogotá D.C., noviembre de 2019.

Dedicatoria

*A nuestros padres, amigos y profesores,
gracias a ellos por acompañarnos en este
camino y siempre cultivar nuestro ser, la
ambición por el conocimiento y el
crecimiento personal, ellos quienes
siempre nos han brindado su apoyo y nos
han dado grandes enseñanzas de vida.*

Agradecimientos

A la universidad católica De Colombia y profesores y asesora de tesis de la misma institución, por guiarnos en el desarrollo de esta investigación.

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	11
1 GENERALIDADES DEL TRABAJO DE GRADO	13
1.1 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	13
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.2.1 Antecedentes del problema	13
1.2.2 Pregunta de investigación	14
1.3 JUSTIFICACIÓN	14
1.4 OBJETIVOS	15
1.4.1 Objetivo General	15
1.4.2 Objetivos Específicos	15
2 MARCOS DE REFERENCIA	16
2.1 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	16
2.2 MARCO JURÍDICO	22
2.3 MARCO GEOGRÁFICO	23
2.3.1 Aspectos físicos	23
2.3.2 Localización Geográfica	25
2.3.3 Límites	26
2.3.4 Hidrología	27
2.3.5 Hidrogeología	28
2.3.6 Climatología	28
2.3.7 Meteorología	29
2.3.8 Tipos de suelos	29
2.3.9 Topografía	30
2.3.10 Geología	31
2.3.11 Geotecnia	32
2.3.12 Servicio De Alcantarillado	33
2.3.13 Servicio De Aseo	35
2.4 MARCO DEMOGRÁFICO	36
2.4.1 Disposición urbanística	38
2.5 ESTADO DEL ARTE	40
3 METODOLOGÍA	42
3.1 FASES DEL TRABAJO DE GRADO	43
3.2 INSTRUMENTOS O HERRAMIENTAS UTILIZADAS	44
3.1 CRONOGRAMA. FUENTE PROPIA	45
4 CALCULOS	46
4.1 ASPECTOS GENERALES	49
4.1.1 Periodo de diseño	49
4.1.2 Dotación neta máxima	50
4.2 CONSIDERACIONES TÉCNICAS	50
4.2.1 Caudal aguas residuales domesticas	51
4.2.2 Caudal medio diario	52

4.2.3	Caudal máximo horario	52
4.2.4	Caudal de conexiones erradas	53
4.2.5	Caudal de infiltración	53
4.2.6	Caudal de diseño.....	54
4.2.7	Intensidad de lluvia	55
4.2.8	Consideraciones de las ubicaciones tuberías de alcantarillado	58
4.2.9	Profundidad de instalación de la tubería en alcantarillados	59
4.3	REDES DE ALCANTARILLADO DE AGUAS RESIDUALES.....	59
4.3.1	Diámetro interno real mínimo en los alcantarillados sanitarios	59
4.3.2	Velocidad máxima en los alcantarillados sanitarios.....	60
4.3.3	Relación máxima entre profundidad de flujo y diámetro de la tubería en los alcantarillados sanitarios	60
4.3.4	Conexiones domiciliarias	60
4.3.5	Requisitos de diseño de alcantarillados simplificados.....	61
4.4	REDES DE ALCANTARILLADO DE AGUAS PLUVIALES	62
4.4.1	Diámetro interno real mínimo en los alcantarillados pluviales.....	62
4.4.2	Auto limpieza en los alcantarillados pluviales.....	62
4.4.3	Velocidad máxima en los alcantarillados pluviales	62
4.4.4	Relación máxima entre profundidad y diámetro de la tubería en los alcantarillados pluviales	63
4.5	ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO	63
4.5.1	Requisitos de diseño de estructuras de conexión	63
4.6	MODELACION DISEÑOS SANITARIO Y PLUVIAL	64
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
5.1	CONCLUSIONES	64
5.2	RECOMENDACIONES	66
6	REGISTRO FOTOGRAFICO.....	67
7	BIBLIOGRAFÍA.....	69
8	ANEXOS	73

LISTA DE FIGURAS

FIGURA N° 1 LOCALIZACIÓN DEL MUNICIPIO CHIPAQUE	26
FIGURA N° 2 LÍMITES DEL MUNICIPIO	27
FIGURA N°3 USO DEL SUELO CASCO URBANO	40
FIGURA N°4 PROYECCIÓN DE POBLACIÓN DE DISEÑO, MÉTODOS: LINEAL, GEOMÉTRICO Y LOGARÍTMICO.....	48
FIGURA N°5 PROYECCIÓN DE POBLACIÓN SUSCRIPTORES ZONA URBANA FUENTE PROPIA.	49
FIGURA N°6 ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA LAS CASAS. FUENTE: IDEAM.	57
FIGURA N°7 CURVAS INTENSIDAD DURACIÓN FRECUENCIA ESTACIÓN LAS CASAS.....	58

LISTA DE TABLAS

TABLA N°1 CENSOS POBLACIÓN DE MUNICIPIO DE CHIPAQUE.	38
TABLA N°2 TRABAJOS REALIZADOS ENFOCADOS EN EL SECTOR SANEAMIENTO BÁSICO Y AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE CHIPAQUE.	41
TABLA N°3 TRABAJOS REALIZADOS ENFOCADOS EN EL SECTOR SANEAMIENTO BÁSICO Y AGUA POTABLE A NIVEL NACIONAL.	41
TABLA N°4 FASES DE PROYECTO.	43
TABLA N° 7 PROYECCIÓN POBLACIÓN MÉTODO GEOMÉTRICO.	48
TABLA N°8 DOTACIÓN NETA MÁXIMA POR HABITANTE SEGÚN LA ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR. FUENTE: RESOLUCIÓN 0330 DEL 2017	50
TABLA N°9 CAUDAL DE DISEÑO ALCANTARILLADO SANITARIO. FUENTE: RESOLUCIÓN 0330 DEL 2017	54
TABLA N°9 PARÁMETROS PARA RESOLVER EL MÉTODO SIMPLIFICADO. FUENTE: DRENAJES PARA CARRETERAS, 2009.	56
TABLA N°10 PARÁMETROS PARA LA REGIÓN 1	56
TABLA N°11 TABLA ESTIMACIÓN DE CURVAS IDF	56
TABLA N°12 PROFUNDIDADES A LAS COTAS CLAVES DEL COLECTOR. FUENTE: RESOLUCIÓN 0330 DEL 2017	59

RESUMEN

Las redes sanitarias y pluviales son consideradas como unos de los servicios básicos indispensables en una comunidad. Cuando se hace un diseño adecuado de las redes y se realiza el tratamiento correcto de las aguas, se pueden minimizar riesgos de salubridad y mortalidad ocasionadas por el manejo inadecuado de las mismas.

El municipio de Chipaque cuenta con 188 tramos de alcantarillado existentes, de los cuales cuatro tramos deben ser rediseñados por presentar fallas en sus diseños, 24 deben ser remplazados por no cumplir con la capacidad hidráulica del municipio y 52 deben ser revisados por el municipio. Este documento tiene como finalidad presentar una alternativa de modelación y diseño de las redes sanitarias y pluviales en el casco urbano del municipio de Chipaque, Cundinamarca.

Palabras clave: Redes Sanitarias, Redes Pluviales, Capacidad Hidráulica,

ABSTRACT

Sanitary and pluvial networks are considered as one of the essential basic services in a community. When an adequate design of the networks is made and the correct treatment of the waters is carried out, risks of health and mortality caused by the improper handling of the same can be minimized.

The municipality of Chipaque has 188 sections of existing sewerage, of which four sections must be re-designed for faults in their designs, 24 must be replaced because they do not comply with the hydraulic capacity of the municipality and 52 must be reviewed by the municipality. This document aims to present an alternative modeling and design of the sanitary and rainwater networks in the urban area of the municipality of Chipaque, Cundinamarca.

Keywords: Sanitary Networks, Pluvial Networks, Hydraulic Capacity

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso indispensable para la sociedad; presta un destacado beneficio a nivel fluvial, potable o de ecosistemas acuáticos para pesca o recreación. Los problemas relacionados con el exceso o la escasez de agua, como son las inundaciones, sequías o inestabilidad fluvial, plantean grandes desafíos para el mundo. Cuando alguna de estas presenta fallas en sus redes, se convierte en un problema que puede afectar la población a nivel nacional e internacional. Algunos casos en el mundo, como es el continente africano, enfrentan situaciones de pobreza y crecimiento de población, generando demandas en instalaciones de redes de agua potable, redes de alcantarillado, plantas de tratamiento de agua potable y plantas de tratamiento de agua residual. Lo anterior ocasiona enfermedades y muertes diarias por las difíciles condiciones básicas en el sector de agua potable y saneamiento básico. (ONU, 2015)

El presente proyecto tiene como finalidad realizar el diseño hidráulico de la primera fase de la red de alcantarillado del casco urbano del municipio de Chipaque, para mejorar la calidad de vida de la comunidad, aportando soluciones al problema de salubridad.

Chipaque es un municipio que se enmarca dentro del panorama nacional en la región de la Orinoquía, como un espacio político – administrativo de aproximadamente 8,400 habitantes de acuerdo al Censo 2015-2017. (DNP, 2005).

Este municipio presenta deficiencias en las redes de alcantarillado debido a su antigüedad y a la remoción de masa que presenta el suelo. La importancia de este diseño radica en elaborar un sistema con la suficiente capacidad para evacuar los fluidos de una población, en especial en el

casco urbano, evitando así grandes estancamientos de agua y proporcionando una evacuación correcta de las aguas estancadas y servidas, disminuyendo los riesgos de enfermedades por el contacto con las aguas residuales.

La línea de investigación de este proyecto es hidráulica, la cual permite la comprensión de múltiples problemáticas y la capacidad para emplear métodos contrastados y conocido, además de la efectividad para realizar estudios y diseños de sus redes de alcantarillado de aguas servidas y pluviales.

1 GENERALIDADES DEL TRABAJO DE GRADO

1.1 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Hidráulica

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Antecedentes del problema.

El municipio de Chipaque, perteneciente a la provincia del oriente, limita al norte con Bogotá Distrito Capital, al sur con el municipio de Uña, por el oriente con Ubaque y Cáqueza y al occidente con la localidad de Usme. Cuenta con una extensión total 1,394.5 km², un área rural de 1,392.4 km² y un área urbana de 2.1 km² determinado así por una estructura rural urbana. Igualmente, su población estimada es de 8,401 Habitantes. (DANE, 2017)

Este municipio, de acuerdo con el Departamento Nacional de Planeación (DNP), presenta los siguientes antecedentes de eventos de desastres: movimiento en masa (7.41 %), inundaciones (55.56 %) e incendios (37.04%) (DANE, 2017).

Un análisis hidráulico realizado en el Municipio de Chipaque en el año 2014 presentó como resultado que el sistema de alcantarillado es combinado y el municipio cuenta con (188 tramos existentes), cuatro deben ser rediseñados por presentar negativas (estancamientos de agua), 24 deben ser remplazados por no cumplir con la capacidad hidráulica y 52 deben ser revisados. Igualmente, al momento que se realizó el catastro, 41 pozos de inspección se encontraron sellados

y ocultos, y no se lograron inspeccionar. (Plan de desarrollo municipal de Chipaque Cundinamarca, 2016-2019).

El municipio se encuentra caracterizado en su mayor parte como un territorio quebrado, el relieve y las pendientes son variadas, el drenaje presenta algunos movimientos en masa, provocando en las redes de alcantarillado separación entre juntas, rupturas y fugas. Lo anterior ha originado contaminación del suelo y subsuelo, y ha generado olores ofensivos y proliferación de insectos, los cuales actúan como vectores causantes directos de enfermedades que atacan a la población, especialmente a la infantil.

Esta propuesta busca convertirse en una alternativa de solución para el mejoramiento de la red de alcantarillado del casco urbano del municipio de Chipaque.

1.2.2 Pregunta de investigación

¿Es factible diseñar un sistema de drenaje de aguas lluvias y residuales en el municipio de Chipaque, considerando los caudales de diseño y la topografía de la zona?

1.3 JUSTIFICACIÓN

Este trabajo hace énfasis en el estudio de recursos hídricos e hidráulicos, específicamente en la primera fase de construcción de la red de alcantarillado del Municipio de Chipaque. Lo anterior con el fin de proponer una solución a la problemática que viene afrontando la comunidad de manera relevante en temporada de lluvias.

El Municipio de Chipaque ha presentado déficit en la red de alcantarillado combinada generando inundaciones en el casco urbano, en temporada de lluvias y causando contaminación del suelo y subsuelo, presentado fracturación de algunos tramos, olores ofensivos y movimiento en masa. Dado lo anterior, es fundamental realizar el diseño hidráulico para la nueva red de alcantarillado de este municipio. Dicho diseño deberá realizarse desde el cálculo propio de la hidrología, hasta el dimensionamiento de las tuberías que conforman el sistema de drenaje del municipio.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

✓ Diseñar la primera fase del sistema de alcantarillado separado para el municipio de Chipaque.

1.4.2 Objetivos Específicos

✓ Proponer una alternativa de diseño y modelación de la red pluvial y residual con el fin de minimizar los riesgos de salubridad y mortalidad ocasionado por el manejo inadecuado de las aguas sanitarias del casco urbano del Municipio de Chipaque.

✓ Delimitar el área de la primera fase del alcantarillado del casco urbano del municipio.

- ✓ Recopilar información de la primera fase del alcantarillado, que permita obtener información para realizar el diseño hidráulico.
- ✓ Estimar los caudales de diseño de aguas residuales y pluviales para el dimensionamiento de la red.
- ✓ Realizar el diseño hidráulico de la red para condiciones de flujo uniforme y siguiendo los lineamientos de la Resolución 0330 de 2017.

2 MARCOS DE REFERENCIA

2.1 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

La Unesco (2017) estima que en el mundo la demanda de agua dulce se encuentra en aumento generando contaminación de los recursos hídricos, debido a los cambios climáticos, causando enfermedades a nivel mundial, este informe afirma que en el mundo más del 80 por ciento de las aguas residuales (más del 95 por ciento en algunos países en desarrollo) se vierte al medio ambiente sin tratamiento alguno. Siendo sus consecuencias inquietantes. Además, agrega que la contaminación del agua en la mayoría de los ríos de África, Asia y América Latina es cada vez peor. Un indicador es el estudio que se realizó en el año 2012, donde se registraron más de 800.000 muertes en el mundo a causa del consumo de agua potable contaminada e instalaciones para el lavado de manos y servicios de saneamiento inadecuados.

Es lamentable que cada vez son más las zonas muertas desoxigenadas en mares y océanos a causa del vertido de aguas residuales sin tratar, lo cual afecta a los ecosistemas marinos en una

superficie de 245,000 km², con repercusiones en la industria pesquera, medios de subsistencia y cadenas alimenticias. Para el mundo las aguas servidas siempre fueron consideradas simplemente una complicación a ser desechadas (Unesco 2017).

Del mismo modo la infraestructura es un problema fundamental para todos los países. La disponibilidad de datos continúa siendo una dificultad constante, especialmente en los países en desarrollo.

En el Informe Mundial sobre Desarrollo de los Recursos Hídricos (UNESCO: 2017) se demuestra que una mejor gestión de las aguas residuales implica no solo la reducción de la contaminación en las fuentes, sino también la eliminación de contaminantes de los flujos de aguas residuales, la reutilización de las aguas regeneradas y la recuperación de los subproductos útiles. Conjuntamente, estas cuatro acciones generan beneficios sociales, ambientales y económicos para toda la sociedad, contribuyendo así al bienestar y a la salud, a la seguridad del agua y la alimentaria y al desarrollo sostenible. La importancia transversal de las aguas residuales se ve reflejada en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.

Por su parte, la UNESCO (2017) a través de su «familia del agua», apoya a los Estados Miembros a la hora de enfrentar los desafíos que presenta la calidad del agua. Entre estas iniciativas encontramos el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de la UNESCO, el Programa Hidrológico Internacional, el Instituto UNESCO-IHE para la Educación

relativa al Agua con sede en Delft y los numerosos Centros Categoría II y Cátedras alrededor del mundo. Las iniciativas abarcan todo el espectro, desde promover la investigación científica, movilizar y divulgar conocimiento, hasta propiciar el intercambio de abordajes tecnológicos y políticas para la creación de capacidades y sensibilización sobre los riesgos asociados a los contaminantes emergentes en el suministro de agua y las aguas residuales.

Debido a que las condiciones tecnológicas actuales a nivel mundial en búsqueda de alternativas, han venido evolucionando las técnicas y accesorios para mejorar la vida útil de las redes de alcantarillado en zonas que presentan mayor vulnerabilidad por el contacto de las aguas residuales, se hace necesario dar soluciones a las situaciones del entorno, como es el caso del casco urbano del municipio de Chipaque, el cual cuenta con redes de tipo combinado y transporta la totalidad de las aguas residuales domésticas, industriales, comerciales e institucionales, provenientes de cada uno de los usuarios del sistema y de lluvias del municipio, las cuales se van obstruyendo a través de los sumideros que han sido instalados, y estos a su vez se conectan a los pozos de inspección.

Las tuberías de recolección existentes son en PVC, Gres y Concreto con diámetros que oscilan entre 6 pulgadas hasta 56 pulgadas de diámetro con una longitud total de red de recolección de 8165.66m., y cuenta con 168 pozos de inspección en mampostería y que sirven para la interconexión de tuberías de diferentes diámetros, cambio de alineación vertical y horizontal.

El análisis del sistema de alcantarillado se realiza por medio del método de las áreas aferentes tomando en cuenta la delimitación de las áreas respectivas siguiendo la topografía y el sistema de drenaje natural del municipio.

Se presentan alternativas técnicas y de inversión que den solución a la problemática actual del sistema de alcantarillado del casco urbano, llevando las comprobaciones hidráulicas, con el fin de evaluar y determinar su utilización, comportamiento y condiciones.

Para diseñar un sistema hidráulico se debe tener en cuenta los parámetros establecidos en el plan de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV) para el municipio y la Resolución No. 0330 del 08 de junio de 2017, documentos que establecen la terminología específica para este tipo de obra civil, tales como:

Acometida de alcantarillado. Derivación que parte de la caja de inspección domiciliaria y llega hasta la red secundaria de alcantarillado o al colector.

Aguas Residuales Domésticas, (ARD). Son las procedentes de los hogares, así como las de las instalaciones en las cuales se desarrollan actividades industriales, comerciales o de servicios y que correspondan a:

Descargas de los retretes y servicios sanitarios. Descargas de los sistemas de aseo personal (duchas y lavamanos), de las áreas de cocinas y cocinetas, de las pocetas de lavado de elementos

de aseo y lavado de paredes y pisos y del lavado de ropa (No se incluyen las de los servicios de lavandería industrial).

Alcantarillado condominial. La característica principal de los alcantarillados condominiales es que se transfiere para el interior de la cuadra el alineamiento de los ramales de la red, permitiendo así una reducción considerable en la tubería necesaria. Hay tres modalidades de ramal condominial: ramal de fondo del lote, ramal del jardín y ramal de andén. La participación comunitaria es la base del buen funcionamiento del sistema condominial, constituyéndose en el elemento fundamental de la metodología de implantación de este tipo de solución, mediante la incorporación de la población para la solución colectiva de los problemas de saneamiento.

Alcantarillado simplificado. Alcantarillado que tiene en cuenta para su diseño y construcción consideraciones que permiten reducir el diámetro de las tuberías tales como la disponibilidad de mejores equipos para su mantenimiento, que permiten reducir el número de cámaras de inspección o sustituir por estructuras más económicas.

Cámara o pozo de inspección. Estructura, de forma usualmente cilíndrica, localizada al inicio o dentro de un tramo de alcantarillado que permite acceso desde la superficie del terreno para inspección o mantenimiento de los conductos.

Emergencia. Evento repentino e imprevisto que se presenta en un sistema de suministro de agua para consumo humano. Consecuencia de fallas técnicas, de operación, de diseño, de control

o estructurales, que pueden ser naturales, accidentales o provocadas que alteran su operación normal o la calidad del agua, y que obliguen a adoptar medidas inmediatas para minimizar las consecuencias.

Estructuras complementarias (alcantarillado). Son todas aquellas estructuras especiales diferentes a las tuberías fluyendo parcialmente llenas que hacen parte de un sistema de alcantarillado.

Red de alcantarillado. Conjunto de colectores secundarios, principales, interceptores, emisarios, cámaras de inspección, terminales de limpieza y tubos de inspección y limpieza.

Riesgo sanitario. Es el riesgo de transportar agentes contaminantes que puedan causar enfermedades de origen hídrico al hombre y animales o alterar el normal desempeño de las labores dentro del hogar o la industria. Es el resultado de comparar la vulnerabilidad de la población frente a una amenaza o factores de riesgo y su nivel depende del grado de contaminación de la fuente de abastecimiento.

Alcantarillado sin arrastre de sólidos (ASAS). Sistema de alcantarillado sanitario de pequeño diámetro debido a que las aguas residuales se decantan o sedimentan antes de ser conducidas a las redes con el fin de retener la parte sólida; la parte líquida fluye hacia los colectores. El proceso de sedimentación de sólidos se realiza en tanques sépticos con tanques interceptores de una sola cámara y pueden recibir las aguas residuales de una o varias viviendas.

Aguas residuales domésticas (aguas servidas). Son las aguas de origen principalmente residencial (desechos humanos, baños, cocina) y otros usos similares que en general son recolectadas por sistemas de alcantarillado en conjunto con otras actividades (comercial, servicios, industria). Esta agua tiene un contenido de sólidos inferior al 1%. Si bien su caudal y composición es variable pueden tipificarse ciertos rangos para los sus parámetros más característicos.

2.2 MARCO JURÍDICO

Para la elaboración del diseño del sistema hidráulico está determinado en la Resolución 0330 del 2017 y Normas del Gobierno de la República de Colombia, tales como: La Constitución Nacional de Colombia de 1991. Título “De la Finalidad Social de Estado y de los Servicios Públicos”, el cual tiene como objeto velar por el “derecho a los servicios públicos y calidad de vida”. De igual manera, el título “De la finalidad Social del Estado y de los Servicios Públicos, el cual vela por “el derecho a los servicios públicos y calidad de vida”.

Del mismo modo, existe una serie de decretos que fortalecen este marco legal tales como el 475 de 1998 (marzo 10) diario oficial No. 43.259, del 16 de marzo de 1998, emanado del Ministerio de Salud Pública por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable, que conlleve al bienestar de las comunidades. El Decreto No. 849 de abril de 30 de 2002, de la misma forma el Decreto No. 2320 de noviembre 27 del 2009, por el cual se modifica parcialmente la Resolución No. 1096 de 2000 que adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico. El cual determina la demanda de los sistemas de acueductos y alcantarillados. Así mismo,

el Artículo 78 de la Ley 715 de 2001, el cual determina la destinación de los recursos de propósito general y establece un porcentaje de destinación específica para el sector de agua potable y saneamiento básico el cual determina los requisitos y asignación a los municipios y distritos, los porcentajes asignados, específicamente para el sector de agua potable y saneamiento básico. Además, teniendo mediante el Decreto 1469 del 2010 Por el cual se reglamentan las disposiciones relativas a las licencias urbanísticas y la intervención del espacio público, resalta que es importante tener en cuenta la Ley No. 1523 del 24 de abril de 2012, la cual estipula las políticas que se adoptan sobre la gestión del riesgo y desastres cuando se presenta algún tipo de riesgo que afecte a la comunidad, en cuanto de prevención y atención de algún fenómeno natural.

2.3 MARCO GEOGRÁFICO

El municipio de Chipaque pertenece a la provincia del oriente del departamento de Cundinamarca, la información que a continuación se presenta es una cortesía de la alcaldía municipal.

2.3.1 Aspectos físicos

2.3.1.1 Historia

Chipaque en lengua Chibcha significa bosque de nuestro padre, según el diccionario de Acosta Ortigón. No se precisa donde estaba el pueblo aborigen. En 1600 el Oídor Luis Enríquez

agregó a Chipaque los indios de Sucha, la fundación del nuevo pueblo indio, por lo anterior, se supone que fue en esa fecha. La construcción de la iglesia fue contratada por el Oídor Enríquez con el Alarife Juan de Robles en Santafé el 28 de mayo de 1601.

Don Bernardo Pérez Bernal de Acevedo dijo que en este pueblo el 20 de abril de 1636 había 117 tributarios y 432 entre chicos y grandes. En la visita del Oídor Gabriel de Carvajal de marzo de 1640 levantó el padrón de indios, con 829. El 23 de febrero de 1759 el Oídor Visitador Joaquín de Arosteguí llegó al pueblo de Nuestra Señora del Rosario de Chipaque, al día siguiente practicó la descripción y empadramiento de los naturales que fueron 824 de ellos 150 tributarios. Por auto del 27 de febrero de 1759 fundó el Hospital formando en el división de hombres y mujeres.

En la visita del Fiscal Moreno y Escandón del 12 enero de 1779 se registraron 922, de ellos 175 tributarios.

2.3.1.2 Hechos Notables

Fray María refiere que en 1886 la región fue azotada por una invasión de millones de grillos llamados "chapoles". En recuerdo histórico dicho párroco sembró en la plaza tres árboles frutales. En 1857 el cura José Antonio Gutiérrez, clausuró el antiguo cementerio e hizo otro que es el hoy existente.

Por Ordenanza 33 de 1888 se suprimió el distrito y su territorio se agregó a Jerusalén, pero fue derogado por la No. 16 de 1889. Por Decreto No. 1412 de 26 de diciembre de 1908 del

presidente Rafael Reyes el distrito de Pulí se segregó de la provincia de Facatativá y se agregó a la de la Mesa.

2.3.2 Localización Geográfica

El municipio de Chipaque se encuentra situado en la provincia de oriente del departamento de Cundinamarca, localizado entre las coordenadas 4° 27" de Latitud Norte y 74° 03" Longitud Oeste a una altura de 2400 m.s.n.m. Cuenta con una extensión de 13.924 hectáreas de las cuales 21 hectáreas corresponden a zona urbana y las 13.903 corresponden a la zona rural.

El municipio tiene una división política urbana compuesta por diez (10) barrios, denominados: Ciudad Jardín, El Palmar, El Prado, La Inmaculada, Las Delicias, Las Villas, Manuel F. Pabón, Rafael Núñez, San Fernando y Santa Bárbara.

El municipio de Chipaque posee veintitrés (23) veredas denominadas: Alto de la cruz, Alto del Ramo, Caldera, Calderitas, Caraza, Cerezos Chiquitos, Cerezos Grandes, Cumba, Flores, Fruticas. Hoyas. La Palma, Llano de Chipaque, Marilandia, Mone, Mongue, Munar, Nizame, Potrero Grande, Quente, Querente, Rondalla, Siecha.



Fuente: <http://www.cundinamarca.gov.co/>

Figura N° 1 Localización del Municipio Chipaque

2.3.3 Límites

El municipio de Chipaque limita al norte con la ciudad de Bogotá D.C, al oriente con los municipios de Cáqueza y Ubaque, al sur con el municipio de Une y al occidente con el municipio de Usme.

- El río Une.
- Quebrada Los Quentes con sus afluentes: La Quebrada Blanca y el río del Oso.
- Río Queca con sus afluentes, el río Fruticas
- Río Palmar con sus afluentes.
- La Quebrada La Idaza con sus afluentes.

Las fuentes van a desembocar todas al río Une, que sirve como límite entre el municipio de Une y Chipaque. Este río nace cerca de la cordillera Bocagrande en donde recibe el nombre de La Mesa, luego el de Queca y por último el de Une hasta llegar al municipio de Cáqueza para desembocar al río Negro.

2.3.5 Hidrogeología

El municipio de Chipaque cuenta con fuentes de abastecimientos superficiales, por lo tanto, no se requiere los estudios estimados en este numeral.

2.3.6 Climatología

Por su posición altimétrica, las condiciones climáticas están influidas por la circulación atmosférica a Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) que determinan el régimen bimodal en la mayor parte del territorio cundinamarqués. El suroeste del altiplano cundinamarqués es el sector

menos lluvioso (600 mm) debido al efecto de abrigo originado por los cordones cordilleranos que enmarcan el altiplano.

Los meses más lluviosos son enero, mayo y junio, con temperaturas que oscilan entre los 14 ° C y los 15 °C. Los meses de febrero, marzo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre, las temperaturas oscilan entre los 14° C.

2.3.7 Meteorología

Las condiciones meteorológicas del municipio de Chipaque en promedio, son:

- Viento: variable
- Velocidad del viento: 3 km/h
- Cota nieve: 4800 m
- Humedad relativa: 49%

Los cielos por lo general predominan en tiempo seco, sin embargo hay temporadas en que se pueden presentar cubiertos con lluvia moderada y viento variable.

2.3.8 Tipos de suelos

El estudio general de suelos en los municipios del oriente de Cundinamarca realizado por el IGAC, clasifica el 80% del los suelos del territorio en clases VI y VII, con restricciones por clima y horizontes argílicos, el 20% restante corresponde a la clase IV.

Factores como baja fertilidad, acidez y las fuertes pendientes son las limitantes de mayor envergadura que impiden en parte del desarrollo de una agricultura y una ganadería más rentable y productiva.

2.3.9 Topografía

La topografía de Chipaque se caracteriza por el predominio de moderadas y fuertes pendientes, con porcentajes que van del 5% en terreno plano, 30% terreno ondulado y el 65% en terreno inclinado.

Siendo el territorio en su mayoría montañoso, las principales alturas son: El Boquerón de Chipaque a 3400 msnm, el Alto de Bochica en el límite con el municipio de Ubaque, también otros de menor importancia, como los de Paramillo, Cruz Verde, Alto de la Cruz, Alto del Manzano y Peña Negra y los Cerros de Alto Grande, Cumba, Alto el Curubal, Alto del Oso, Alto del Carrillo y Alto del Volcán.

De acuerdo a los estudios geotécnicos realizados por el IGAC y el MAVDT, se ha establecido la existencia de varias zonas de inestabilidad geológica en la zona del oriente cundinamarqués. En esta zonas se presentan desplazamientos del suelo por reptación o asentamiento del terreno, causando desprendimientos de rocas, aparición de grietas y hundimientos en el terreno. La inestabilidad está condicionada a la presencia de aguas lluvias superficiales y subsuperficiales que circulan sin control.

Respecto a la altura sobre el nivel del mar y a la topografía del territorio, en el municipio se consideran dos regiones naturales: Páramo Andina 1 y Páramo Andina 2.

2.3.10 Geología

Geológicamente el municipio de Chipaque se encuentra localizado en el grupo Villeta de la conformación Chipaque (guadalupe inferior), descansa sobre la conformación Une y es subyacente a las areniscas duras, los mantos litológicos que conforman la formación Chipaque son arcillas negras, esquirlas, calizar areniscas y areniscas de grano fino.

La geología de la región de Chipaque está conformada por rocas sedimentarias de origen marino de edad cretáceo medio a superior.

Dado el carácter sedimentario que dio origen a la cordillera oriental, a partir de la sedimentación en una cuenca de carácter miogeosinclinal durante el cretáceo, las rocas así formadas fueron sometidas a intensos movimientos tectónicos que plegaron y fallaron las rocas en forma intensa, desarrollando pliegues y fallas de grandes dimensiones, como también el desarrollo de un intenso fracturamiento y diaclasamiento de las rocas que las hace muy susceptibles a la meteorización y alteración por condiciones climáticas, desarrollando saprolitos y suelos residuales que posteriormente van a conformar los depósitos coluviales considerados como los más inestables del área.

Particularmente la región de Chipaque se encuentra enmarcada dentro de una estructura de carácter regional denominada sinclinal de Chipaque –Une. El eje de la estructura es norte-sur y

limita por el oriente con el anticlinal de Cáqueza y por el occidente con el anticlinal de Bogotá y el Sinclinal de Usme. El anticlinal de Bogotá, se encuentra fallado por la falla inversa que lleva su mismo nombre, pone en contacto rocas del Cretáceo superior con rocas del terciario.

2.3.11 Geotecnia

En general toda el área de la jurisdicción de Chipaque se presenta una fuerte deformación de las rocas causadas por los esfuerzos compresivos de la orogenia andina, ocurrida en el terciario superior, efectos que se reflejan en el intenso grado de plegamiento y fracturamiento de las rocas, cuya meteorización y alto grado de alteración han producido suelos residuales y depósitos coluviales que en algunos casos llegan a formar flujos de tierra ó áreas con movimientos de reptación.

Muchos de los problemas de inestabilidad se reflejan a lo largo de la carretera Bogotá-Villavicencio y en particular en algunos sitios donde la inestabilidad de las laderas ha ocasionado serios traumatismos al flujo vehicular, como lo es el caso de las lupas de Caraza, donde ha sido difícil y costoso poder mantener la vía en buenas condiciones, debido a los frecuentes deslizamientos y a la reptación del terreno.

Una variedad de obras de estabilización, tendientes a manejar los flujos de escorrentía superficial, estabilización de taludes, contención de terrenos, etc, se pueden observar en la zona del oriente Cundinamarqués y pueden ser analizados con las obras de estabilización efectuadas a lo largo de la vía Bogotá-Villavicencio.

2.3.12 Servicio De Alcantarillado

El sistema de alcantarillado existente en el municipio es de tipo combinado, el cual se ha venido desarrollando paulatinamente con el crecimiento del casco urbano del municipio. Sus redes principalmente se encuentran en gres, PVC y concreto construídas hace más de 40 años en una longitud aproximada de 4,5 km, en diámetros de colectores de 6", 8", 10", 12" y 14". Según información del fontanero del municipio, la cobertura del servicio es el 100%.

El sistema de alcantarillado, cuenta con tres emisarios finales de diámetros de 12", 36" y 40" en tuberías de concreto, gres y PVC y un box coulvert abovedado de 2 m x 1 m de sección que inicia en la parte norte del municipio y lo atraviesa recogiendo parte de las aguas lluvias.

Dentro del sistema de redes, el municipio tiene varios sumideros que recogen las aguas lluvias y son conducidas a las redes de colectores más próximas. Es así como se pueden tener tramos de tuberías a los que en una cuadra solo les llegan las acometidas de las aguas servidas y más adelante a estos colectores también les llegan las aguas provenientes de los sumideros conectados.

El sistema no tiene planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), vertiendo directamente sus aguas servidas a los cuerpos de agua más cercanos (quebrada Quente), sin ningún tratamiento previo.

De la investigación en campo realizada, se detectaron los siguientes problemas principales del alcantarillado existente:

➤ La red en algunas zonas se encuentra instalada por debajo de las construcciones, como lo es un colector en 16" de concreto que inicia en la calle 8 y hasta la calle 2 entre carreras 6 y 5 va construída entre los predios, afectando la estabilidad de por lo menos siete manzanas de uso residencial, creando riesgos para la salud de los habitantes y problemas en el mantenimiento de dichas redes.

➤ Durante las visitas efectuadas, se pudieron observar tres puntos de vertimiento, cuyos emisarios finales se encuentran en tuberías de 14", 30" y 40". Estos emisarios descargan los flujos directamente bien sea a potreros para ser utilizados en riego de cultivos de hortalizas o a la quebrada Quente sin ningún tipo de tratamiento previo, contaminando de esta manera los cuerpos de agua receptores, que en este caso se trata de la quebrada en mención y posteriormente el río Une.

➤ Los pozos de inspección en su mayoría corresponden a estructuras en mampostería pañetados internamente. También se observaron cajas de inspección construídas entre colectores.

➤ Como se mencionó anteriormente, parte de las aguas residuales son aprovechadas para el riego de cultivos en los predios suburbanos, lo cual crea riesgos de salud para los consumidores de dichos productos y para los agricultores de la zona.

➤ No se cuenta con PTAR.

➤ No se hace mantenimiento periódico de la red ni de sumideros y pozos por lo que en muchos casos se encuentran colmatados, lo que hizo imposible su investigación interna y su diagnóstico actual.

2.3.13 Servicio De Aseo

El municipio de Chipaque se encuentra comprometido mediante un convenio interadministrativo suscrito con la Gobernación de Cundinamarca y Corporinoquía, para la realización de los planes de gestión Integral de residuos Sólidos.

La administración municipal cuenta con la Empresa de Servicios públicos municipal, la cual es la encargada de la recolección y transporte de los residuos sólidos hasta la ciudad de Bogotá donde son dispuestos, en el relleno sanitario Doña Juana.

El barrido del municipio es realizado los días lunes, miércoles y viernes y es distribuido por rutas de aseo. Además las actividades como limpieza de sumideros, campaña de aseo, poda de árboles y prados, lavado de la fuente y otras son realizadas el día viernes luego de terminar con el barrido. El casco urbano se encuentra distribuido en cuatro rutas para el barrido y recolección.

Se generan alrededor de 46 ton/mes de residuos, de los cuales 82% son orgánicos, un 10% institucional y un 8% proveniente del barrido de calles. Se maneja una cobertura del 100% en el área urbana y del 5% en la parte rural.

La recolección se hace en una volqueta de propiedad del municipio, con capacidad de 6 toneladas, con una frecuencia de tres veces por semana. La oficina de servicios públicos de Chipaque cuenta con cuatro aseadores permanentes y un conductor de la volqueta.

2.4 MARCO DEMOGRÁFICO

Las proyecciones de población y demanda, donde se sugirió tomar datos reales del municipio, correspondiente a los usuarios registrados en la oficina de servicios públicos y con estos obtener la población actual, la cual es la base para la estimar la proyección de la población de diseño. Con referencia a la población flotante y luego de las visitas realizadas al municipio, se pudo determinar que el municipio no cuenta con registros estadísticos que permitan establecer un número promedio de habitantes que se puedan catalogar como población flotante, por esta razón y bajo los lineamientos de la Universidad Nacional (interventoría), se adoptó como población flotante el 3% de la población residencial.

Teniendo en cuenta lo anterior la población se determinó con la información suministrada por la Oficina de Servicios Públicos de Chipaque para el año 2011, la cual tiene una población residencial de 503 suscriptores y el número de habitantes/vivienda que es igual a 4,174.

Para la proyección de población se siguió la metodología de la Resolución 0330 del 2017, utilizando por lo menos los modelos matemáticos: aritmético, geométrico y exponencial, seleccionando el modelo que mejor se ajuste al comportamiento histórico de la población.

Para el cálculo de la población del proyecto, se emplearon los métodos aritmético, geométrico y exponencial, adoptando la tasa de crecimiento como el promedio de los calculados para cada periodo de años desde 1938 hasta el 2005, aclarando que no se tendrá en cuenta la tasa de crecimiento negativa, dado que afecta la tendencia de crecimiento.

De acuerdo a los análisis de proyección de población para el casco urbano del municipio de Chipaque, y teniendo en cuenta los resultados del DANE, la proyección de población calculada por el departamento administrativo nacional de estadística, muestra una tendencia en ascenso desde el año 2005 hasta el año 2020, con una tasa de crecimiento del 0.62%, con el método aritmético la tasa de crecimiento es del 18.74%, que es significativamente alta con respecto a la tasa de crecimiento del DANE, con el método geométrico la tasa de crecimiento es del 1.19 %, la cual muestra una tendencia por encima de la tasa del DANE y con el método exponencial también se muestra una tendencia por encima a la tasa del DANE.

Se acordó adoptar las tasas de crecimiento que sean mayores al 1%, en los casos en que estas resulten por debajo de este porcentaje, e inferiores a la tasa promedio departamental estimada según el censo 2005, que corresponde al 1.44. Teniendo en cuenta lo anterior y analizando los resultados obtenidos por los tres métodos y la tasa del DANE, se adoptó para el municipio de Chipaque una tasa de crecimiento del 1.19% obtenida por el método geométrico, la cual es la que mejor que se adapta al comportamiento histórico de la población.

Tabla N°1 censos población De Municipio De Chipaque. Fuente: Datos suministrado por la Oficina de Servicios Públicos de Chipaque. 4 población conciliada DANE censo 2005.

POBLACIÓN POR CENSOS CHIPAQUE - CUNDINAMARCA

Año	Población (Habitantes)			Distribución de la población (%)		
	Total	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Total
1951	7657	1043	6614	13.6%	86.4%	100.00%
1964	8874	1733	7141	19.5%	80.5%	100.00%
1973	8267	2026	6241	24.5%	75.5%	100.00%
1985	9556	2300	7256	24.1%	75.9%	100.00%
1993	7701	1866	5835	24.2%	75.8%	100.00%
2005	8395	2341	6054	27.9%	72.1%	100.00%

2.4.1 Disposición urbanística

El Suelo Urbano, está constituido por la organización y delimitación de las cinco (5) zonas: lotes sin construir (Zonas de expansión), Viviendas, Comercio mixto, Institucional y área libre Recreacional, esto de acuerdo con el plan de ordenamiento territorial del municipio y a la aptitud de uso y en cumplimiento de mínimas normas de conformación y ordenamiento urbano.

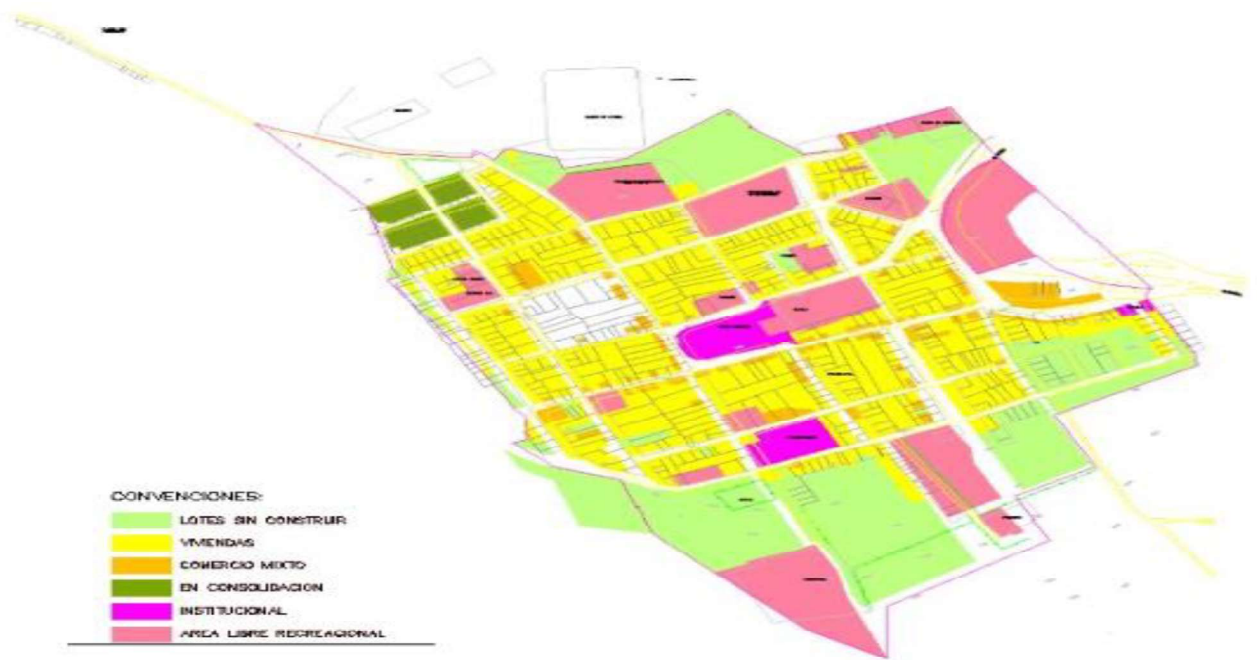
Comercio Mixto, conformada por las áreas circundantes al parque principal, que presenta diferentes actividades como el Institucional, Comercial y Residencial, todas compatibles entre sí, donde se desarrolla parte de la actividad del municipio.

Viviendas, corresponde a las edificaciones y a usos compatibles y complementarios necesarios para su buen funcionamiento.

Zona Institucional corresponde al área de uso público donde se llevan a cabo las labores institucionales de diversa índole, con un uso adecuado y conformación ya definida.

Las áreas de actividad institucional están compuestas por: la Plaza de Mercado, el Colegio Departamental, Cementerio, Escuelas Urbanas, Unidad Deportiva, Palacio Municipal, Cuartel de Policía, Edificio de TELECOM, la Iglesia y Casa Parroquial, la Casa de la Cultura, Jardín Infantil, Hogares de Bienestar y todos aquellos que tengan como característica común el de ser únicos dentro del casco urbano generando un área de actividad específica.

Área libre recreacional constituidas por las zonas verdes, parques y la unidad deportiva, habilitadas para la recreación activa y pasiva.



Fuente: Esquema de ordenamiento territorial EOT (1999-2010) U6 (Información de la alcaldía Municipal de Chipaque Cundinamarca)

Figura N°3 Uso Del Suelo Casco Urbano

2.5 ESTADO DEL ARTE

Las Redes de alcantarillado del casco urbano del Municipio de Chipaque son combinadas han sido desarrolladas paralelamente con el crecimiento de la población, son tuberías de asbesto cemento y en gres por el cual no cumplen con la normatividad del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - Resolución 0330-2017.

Por medio de esta investigación se va a realizar una alternativa de diseño y modelación con los programas de Excel, AutoCAD y SewerGEMS y aplicar la normatividad vigente de Saneamiento Básico al casco urbano.

Tabla N°2 Trabajos realizados enfocados en el sector saneamiento básico y agua potable en el municipio de Chipaque. Fuente: información tomada de las universidades: Católica, La Salle y Militar Nueva Granada de Colombia.

Titulo de la investigacion	Institucion	Autor/es del proyecto	Año de presentacion del proyecto
Optimización Del Diseño Hidráulico Del Acueducto Veredal Del Alto Del Ramo De Municipio De Chipaque Cundinamarca	(Universidad Católica) Facultad de Ingeniería Programa de Ingeniería Civil modalidad de trabajo práctica	Misael Eduardo Sandoval, German Alonso Parrado Rozo.	Bogotá 2018
Identificación y análisis de los factores de riesgo para el fortalecimiento del esquema de ordenamiento territorial del municipio de Chipaque, Cundinamarca.	(Universidad De La Salle) Facultad De Ingeniería programa de ingeniería ambiental y sanitaria	Maria Camila MedinaVillamil, Gustavo Adolfo Barreto Gutiérrez	Bogotá 2017
El Impacto En La Planeación Del Proyecto Contrucción Acueducto Veredal Fruticas Municipio De Chipaque	(Universidad Militar Nueva Granada) Facultad De Ingeniería Especialización En Gerencia Integral De Proyectos Seminario De Investigación	Vilma Milena González Angarita	Bogotá 2014

Tabla N°3 Trabajos realizados enfocados en el sector saneamiento básico y agua potable a nivel nacional. Fuente: información tomada de las universidades: católica, la sallé y nacional de Colombia.

Título de la investigación	Institucion	Autor/es del proyecto	Año de presentación del proyecto
el alcantarillado y las aguas negras una historia del agua y del ambiente en Medellín (1920-1955)	Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín Facultad de Minas, Escuela de Geociencias y Medio Ambiente Maestría en Medio Ambiente y desarrollo	Carlos Augusto Álvarez Arboleda	Medellín 2014
Diseño de la red de alcantarillado del barrio centro poblado Pasoancho situado en el Municipio de Zipaquirá	(Universidad Católica De Colombia) Facultad De Ingeniería Programa De Ingeniería Civil Modalidad Práctica Social	Cristian Fernando Córdoba Cataño	Bogotá 2013
Diseño De La Red De Alcantarillado Sanitario Y Pluvial Del Corregimiento De La Mesa – Cesar	(Universidad De La Salle) Facultad De Ingeniería Civil De Bogotá	Mayra Alejandra Padilla Santamaría	Bogotá 2009

3 METODOLOGÍA

Para la elaboración del diseño hidráulico de la primera fase del alcantarillado del municipio de Chipaque las acciones realizadas para el desarrollo del proyecto son las siguientes:

1. Cronograma del desarrollo del proyecto.
2. Recopilación de información sobre la población (consultada en el municipio de Chipaque y DANE).
3. Información que permita conocer la climatología de la zona (IDEAM).
4. Estudio topográfico de la zona a intervenir datos suministrados por la alcaldía Municipal de la Alcaldía de Chipaque.

Se ha de contar con una buena recopilación de información para el estudio de la demanda, información dentro de la cual estarán las tasas de crecimiento de la población y proyección de la población, con base a esto se realiza los diseños de las estructuras de recolección para el alcantarillado sanitario y pluvial, diseños realizados para condiciones de flujo uniforme y con un

periodo de retorno de 25 años (parámetro estipulado por la Resolución 0330 de 2017) se plantean las respectivas conclusiones y recomendaciones de la investigación.

Los principales softwares para utilizar para el desarrollo de la investigación son los programas de AutoCAD, Excel y SewerGEMS (Modelación).

3.1 FASES DEL TRABAJO DE GRADO

Tabla N°4 Fases de proyecto. Fuente: propia

FASE N°	Descripción	Acciones
Fase 1	Identificación de la problemática	1. Ubicación del municipio.
		2. Identificación de la problemática en el municipio.
		3. Antecedentes de las emergencias.
Fase 2	Definición del área	1. Registro fotográfico.
		2. Estudios topográficos dados por la alcaldía
		3. Elaboración de los primeros planos.
		4. Determinación de las distancias de cada tramo y la profundidad de cada caja de inspección.
Fase 3	Recopilación de información	1. Recopilación de información climatológica.
		2. Recopilación de información poblacional.
		3. Aplicación Resolución 0330 del 2017
Fase 4	Diseño de la primera fase del plan maestro de alcantarillado del casco urbano del municipio de Chipaque	1. Elaboración del diseño de las estructuras de las cajas de inspección para el municipio de Chipaque.
		2. ejecución de los diseños de las estructuras de recolección para el alcantarillado sanitario y pluvial para el municipio de Chipaque.
		3. Diseño del tramo a intervenir.
		4. Aplicación de la Resolución 0330 del 2017
Fase 5	Conclusiones y recomendaciones	1. conclusiones y recomendaciones.

3.2 INSTRUMENTOS O HERRAMIENTAS UTILIZADAS

- ✓ Softwares ya mencionados anteriormente en el numeral 3 (Metodología)
- ✓ Datos de topografía suministrados por la alcaldía municipal de Chipaque.

4 CALCULOS

Los cálculos del presente documento se hacen con base a los lineamientos establecidos por la Resolución 0330 del 2017 (resolución en vigencia para calculo y diseño de sistemas de alcantarillado). Se realiza la proyección de la población por los métodos: lineal, geométrico y logarítmico (las proyecciones se hacen con base a los lineamientos establecidos por la Resolución 0330 del 2017, lineamientos que se especifican en la resolución para cada uno de los métodos estadísticos mencionados).

Tabla N°5 Población por censos del DANE y distribución de la población realizados en el municipio de Chipaque (Estimación de población Resolución 0330 del 2017). Fuente: DANE y propia

POBLACION POR CENSOS CHIPAQUE - CUNDINAMARCA

Año	Población (Habitantes)			Distribución de la población (%)		
	Total	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Total
1951	7657	1043	6614	13,6%	86,4%	100,00%
1964	8874	1733	7141	19,5%	80,5%	100,00%
1973	8267	2026	6241	24,5%	75,5%	100,00%
1985	9556	2300	7256	24,1%	75,9%	100,00%
1993	7701	1866	5835	24,2%	75,8%	100,00%
2005	8395	2341	6054	27,9%	72,1%	100,00%

Tabla N°6 Tasas de crecimiento con base a los datos de censos realizados por el DANE en el municipio de Chipaque (Estimación de tasas Resolución 0330 del 2017). Fuente: propia

Año	Tasa de Crecimiento Geometrico TOTAL (%)	Tasa de Crecimiento Geometrico URBANO (%)	Tasa de Crecimiento Geometrico RESTO (%)	Tasa de Crecimiento Aritmetico Total (pendiente de la recta K, hab/año)	Tasa de Crecimiento Aritmetico Urbano (pendiente de la recta K, hab/año)	Tasa de Crecimiento Aritmetico Resto (pendiente de la recta K, hab/año)	Tasa de Crecimiento Exponencial Total (%)	Tasa de Crecimiento Exponencial Urbana (%)	Tasa de Crecimiento Exponencial Rsto (%)
1951									
1964	1,14%	3,98%	0,59%	94	53	41	1,13%	3,91%	0,59%
1973	-0,78%	1,75%	-1,49%	-67	33	-100	-0,79%	1,74%	-1,50%
1985	1,21%	1,06%	1,26%	107	23	85	1,21%	1,06%	1,26%
1993	-2,66%	-2,58%	-2,69%	-232	-54	-178	-2,70%	-2,61%	-2,72%
2005	0,72%	1,91%	0,31%	58	40	18	0,72%	1,89%	0,31%

En la siguiente grafica se observa la proyección de la población utilizando, los métodos geométrico, lineal y logarítmico; proyección que se hace desde el año 2019 hasta el año 2044 (tiempo de retorno de 25 años establecido por la Resolución 0330 del 2017).

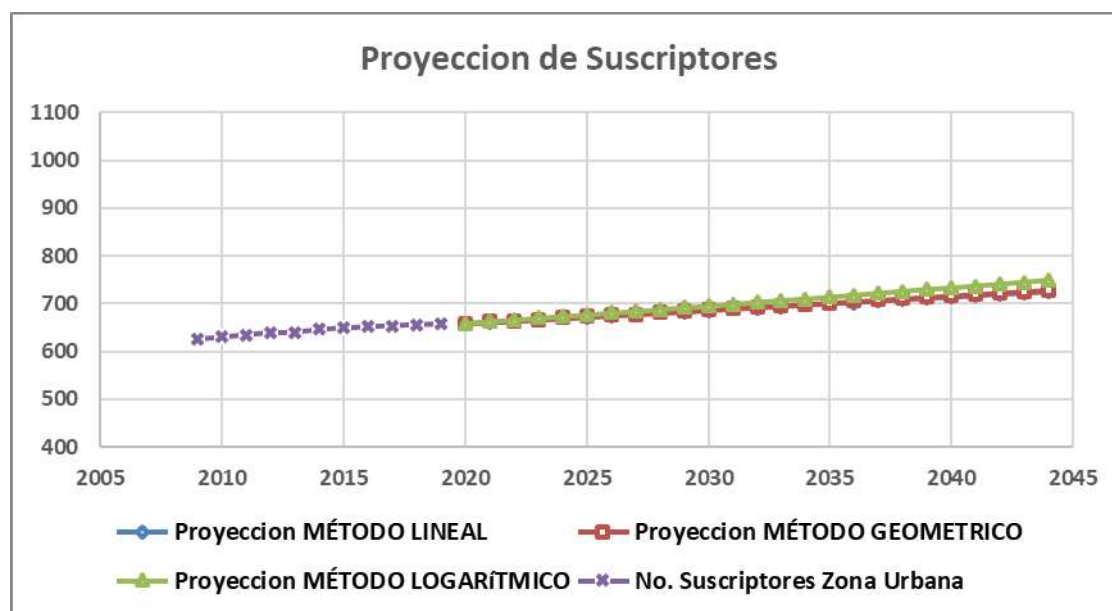


Figura N°4 proyección de población de diseño, métodos: lineal, geométrico y logarítmico.

Se opta por trabajar con el método geométrico el cual refleja un buen ajuste a los datos de los censos suministrados por el DANE (Tablas 5 y 6) Adicional los datos suministrados por el DANE, demuestran un decrecimiento en la población a través de los años.

Tabla N° 7 Proyección población método geométrico. Fuente: propia

AÑO	Población Proyectada (No. Hab) Método Geométrica	Proyección Población (Hab)	Población flotante (10%)	TOTAL, POBLACIÓN
2016	649	2531	254	2786
2017	652	2543	255	2798
2018	654	2551	256	2807
2019	656	2558	256	2815
2020	659	2570	258	2829
2021	662	2582	259	2841
2022	664	2590	259	2849
2023	667	2601	261	2863
2024	670	2613	262	2875
2025	673	2625	263	2888
2026	676	2636	264	2901
2027	678	2644	265	2910
2028	681	2656	266	2922
2029	684	2668	267	2935
2030	687	2679	268	2948
2031	690	2691	270	2961
2032	693	2703	271	2974
2033	696	2714	272	2987
2034	699	2726	273	3000
2035	702	2738	274	3012
2036	705	2750	275	3025
2037	708	2761	277	3039

2038	711	2773	278	3051
2039	714	2785	279	3064
2040	717	2796	280	3077
2041	720	2808	281	3089
2042	723	2820	282	3102
2043	726	2831	284	3116
2044	729	2843	285	3129

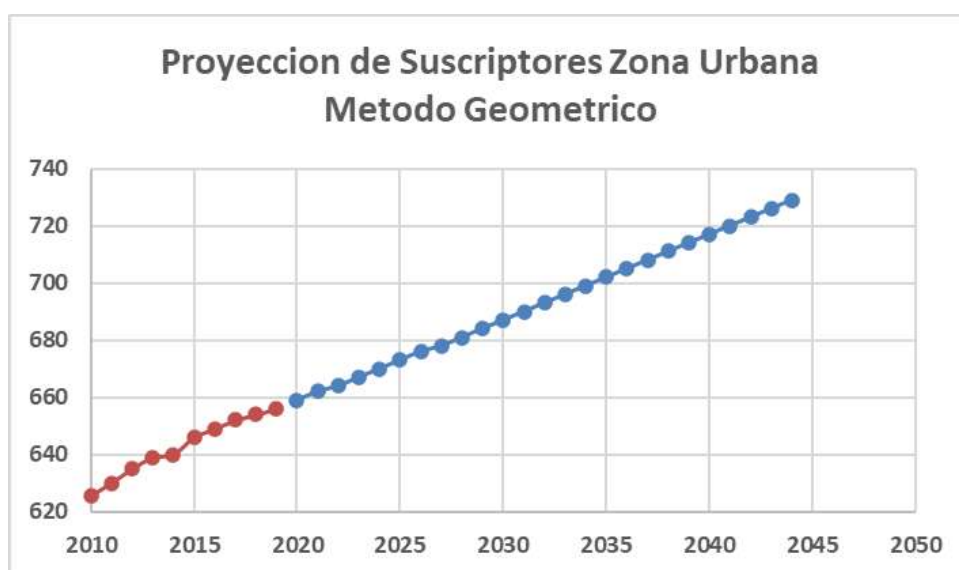


Figura N°5 Proyección de población suscriptores zona urbana Fuente propia.

4.1 ASPECTOS GENERALES

4.1.1 Periodo de diseño

Para los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, se adopta como periodo de diseño 25 años. Título 2, Capítulo 1, Artículo 40 de la Resolución 0330 del 2017.

4.1.2 Dotación neta máxima

La dotación neta máxima se determina haciendo uso de la información histórica de los consumos de agua potable de los suscriptores, la información puede estar disponible en las entidades prestadoras del servicio de acueducto o, recopilada en el sistema único de información (SIU) de la superintendencia de servicios públicos (SSPD), se puede utilizar esta información siempre y cuando los datos sean consistentes. Se debe utilizar un valor de dotación el cual no supere los máximos establecidos en la siguiente tabla. El municipio de Chipaque se encuentra a una altura de 3400 m.s.n.m, se escoge una dotación neta máxima de 120 (L/hab/día)

Tabla N°8 Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar.

Fuente: Resolución 0330 del 2017

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA	DOTACIÓN NETA MÁXIMA (L/HAB*DÍA)
> 2000 m.s.n.m	120
1000 – 2000 m.s.n.m	130
< 1000 m.s.n.m	140

4.2 CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Los caudales de aguas residuales se determinan con base en información de consumo y/o mediciones registradas recientemente en el sector y considerando las densidades pronosticadas para el periodo de diseño teniendo en cuenta el Plan de Ordenamiento Territorial (POT). Se debe

estimar caudales tanto para las condiciones iniciales como para las condiciones finales del periodo de diseño, en cada uno de los tramos de la red, los caudales que se requieren son los siguientes:

4.2.1 Caudal aguas residuales domesticas

Proyección de demanda de agua potable.

$$Q_D = C_R \times D_{NETAp} \times A$$

Ecuación 1

D_{Neta} : demanda de agua potable por unidad de área tributaria (L/s.ha).

A: área tributaria de drenaje (ha).

Proyección de demanda de agua potable por suscriptor.

$$Q_D = \frac{C_R \times P_s \times D_{NETAs}}{30}$$

Ecuación 2

P_s : número de suscriptores proyectados al periodo de diseño.

D_{Neta} : demanda neta de agua potable proyectada por suscriptor (m3/suscriptor-mes)

Proyección de población

$$Q_D = \frac{C_R \times P \times D_{NETA}}{86400}$$

Ecuación 3

D_{Neta} : dotación neta de agua potable proyectada por habitante (L/hab.día)

P: número de habitantes proyectados al periodo de diseño

El coeficiente de retorno (CR) se estima a partir de información existente en la localidad o por medio de mediciones de campo realizados por la entidad prestadora de servicio encargada en el sector. En caso de no contar con esta información se debe tomar un valor de 0.85 (Capítulo 4 sistema de recolección y evacuación de aguas residuales, domésticas y pluviales, Artículo 134 Resolución 0330 de 2017).

4.2.2 Caudal medio diario

Se calcula como la suma de los aportes domésticos, industriales, comerciales e institucionales. Para el diseño no se cuenta con datos de zonas industriales, comerciales e institucionales, por lo tanto. El caudal medio diario es igual a el área acumulada de las viviendas multiplicado por el caudal de diseño (ecuación 3).

4.2.3 Caudal máximo horario

El factor de mayoración para la estimación del caudal máximo horario se debe calcular mediante mediciones en campo, en las cuales se tengan en cuenta los patrones de consumo de la población. En caso de no tener este factor se puede tomar este valor entre 1.4 y 3.8. Este caudal se calculó como el producto del caudal medio diario multiplicado por un factor de mayoración (ecuación de flores tomada de la Resolución 0330 del 2017).

Ecuación de Flores (-) (D.3.9)

$$F = \frac{3,5}{P^{0,1}}$$

donde:

F = Factor de mayoración (adimensional).

P = Población servida en miles de habitantes (hab/1000).

Ecuación 4

4.2.4 Caudal de conexiones erradas

Los aportes por conexiones erradas se estiman a partir de la información existente en la localidad, en caso de no tener esta información se debe utilizar un valor máximo de 0.2 L/s.ha (Capítulo 4 sistema de recolección y evacuación de aguas residuales, domésticas y pluviales, Artículo 134 Resolución 0330 de 2017).

4.2.5 Caudal de infiltración

El caudal de infiltración se estima a partir de los aforos en el sistema, permeabilidad del suelo, topografía de la zona y su drenaje, la distribución temporal de la precipitación, el nivel freático en el que está colocada la tubería y su calidad constructiva. En caso de no tener esta información se debe utilizar un valor entre 0.1 y 0.3 L/s.ha. Para los casos en que el nivel freático se encuentre por debajo del nivel de cimentación de la red, el caudal de infiltración podrá excluirse como componente del caudal de diseño. Teniendo en cuenta de que se realizó un modelo nuevo se toma como parámetro de infiltración un coeficiente de 0.1 (Capítulo 4 sistema de recolección y evacuación de aguas residuales, domésticas y pluviales, Artículo 134 Resolución 0330 de 2017).

4.2.6 Caudal de diseño

El caudal de diseño se obtiene sumando el caudal máximo horario, los aportes por infiltración y conexiones erradas. Si el caudal de diseño en el tramo es menor que 1.5 l/s debe optarse como caudal de diseño 1.5 l/s (valor mínimo en el tramo).

Tabla N°9 Caudal de diseño alcantarillado sanitario. Fuente: Resolución 0330 del 2017

Caudal de diseño alcantarillado sanitario (Qdiseño)				
AÑO	QMH (L/s)	Qce (L/s)	Qi (L/s)	Qdiseño (L/s)
2019	11.66	5.93	2.97	20.55
2020	11.652	5.930	2.965	20.55
2021	11.658	5.930	2.965	20.55
2022	11.644	5.930	2.965	20.54
2023	11.638	5.930	2.965	20.53
2024	11.633	5.930	2.965	20.53
2025	11.628	5.930	2.965	20.52
2026	11.623	5.930	2.965	20.52
2027	11.619	5.930	2.965	20.51
2028	11.614	5.930	2.965	20.51
2029	11.609	5.930	2.965	20.50
2030	11.604	5.930	2.965	20.50
2031	11.599	5.930	2.965	20.49
2032	11.594	5.930	2.965	20.49
2033	11.589	5.930	2.965	20.48
2034	11.584	5.930	2.965	20.48
2035	11.579	5.930	2.965	20.47
2036	11.574	5.930	2.965	20.47
2037	11.569	5.930	2.965	20.46
2038	11.564	5.930	2.965	20.46
2039	11.559	5.930	2.965	20.45
2040	11.554	5.930	2.965	20.45
2041	11.550	5.930	2.965	20.44
2042	11.545	5.930	2.965	20.44

2043	11,540	5,930	2,965	20,43
2044	11,535	5,930	2,965	20.427

El valor de caudal de diseño da menor en el año 2044 comparado con el año 2019 puesto que los datos del DANE muestran que ha sucedido un decrecimiento de la población en los últimos años censados.

4.2.7 Intensidad de lluvia

Se deben seleccionar las curvas IDF de cada localidad o región a analizar y verificar su validez, estos datos se obtienen de la información pluviográfica de la zona, para este proyecto se tomaron las curvas IDF de la estación las casas, estación que está cerca al municipio de Chipaque, los datos de esta estación son tomados del instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales (IDEAM).

4.2.7.1 Ecuación de Vargas Díaz Granados para el cálculo de curvas sintéticas para

Colombia. Fuente: Manual de Drenajes para Carreteras, 2009.

$$I = \frac{(a * T^b * M^d)}{(\frac{t}{60})^c}$$

Donde:

I: intensidad

T: periodo de retorno (años)

t: tiempo de duración de precipitación (min)

M: media de precipitación máxima anual en 24 h

a,b,c,d: parámetros de ajuste de la regresión.

Tabla N°9 parámetros para resolver el método simplificado. Fuente: Drenajes para Carreteras, 2009.

Parámetros para resolver la fórmula del método simplificado				
	a	b	c	d
andina R1	0.94	0.18	0.66	0.83
Caribe R2	24.85	0.22	0.5	0.1
Pacífico R3	13.92	0.19	0.58	0.2
Orinoquia R4	5.53	0.17	0.63	0.42

Tabla N°10 parámetros para la región 1

Parámetros para la Región 1:	
A	0.94
B	0.18
C	0.66
D	0.83
M	68.83

Tabla N°11 tabla estimación de curvas IDF

ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA ORDINARIA PARA ESTIMACIÓN DE CURVAS						
INTENSIDAD - DURACIÓN - FRECUENCIA						
(valores en mm/h)						
TIEMPO	PERÍODO DE RETORNO (Años)					
(min)	2	5	10	20	50	100
10	116.5	137.4	155.6	176.3	207.9	235.5
20	73.7	86.9	98.5	111.6	131.6	149.1
30	56.4	66.5	75.4	85.4	100.7	114.1
40	46.7	55.0	62.3	70.6	83.3	94.3
50	40.3	47.5	53.8	60.9	71.9	81.4
60	35.7	42.1	47.7	54.0	63.7	72.2

70	32.2	38.0	43.1	48.8	57.6	65.2
80	29.5	34.8	39.4	44.7	52.7	59.7
90	27.3	32.2	36.5	41.3	48.8	55.2
100	25.5	30.1	34.0	38.6	45.5	51.5
110	23.9	28.2	32.0	36.2	42.7	48.4
120	22.6	26.6	30.2	34.2	40.3	45.7
130	21.4	25.3	28.6	32.4	38.3	43.3
140	20.4	24.1	27.3	30.9	36.4	41.3
150	19.5	23.0	26.1	29.5	34.8	39.4
160	18.7	22.0	25.0	28.3	33.4	37.8
170	18.0	21.2	24.0	27.2	32.0	36.3
180	17.3	20.4	23.1	26.2	30.9	35.0

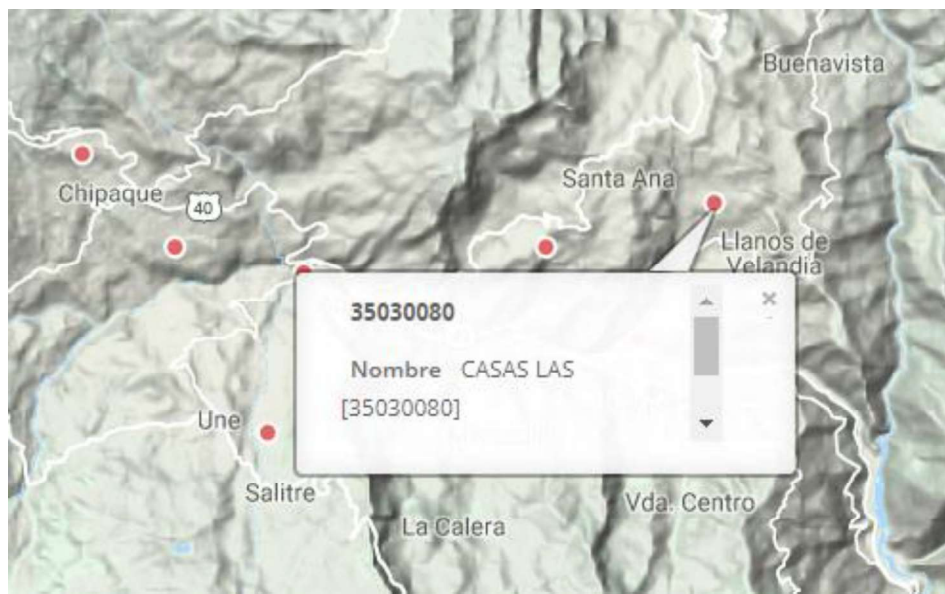


Figura N°6 estación pluviométrica las casas. Fuente: IDEAM.

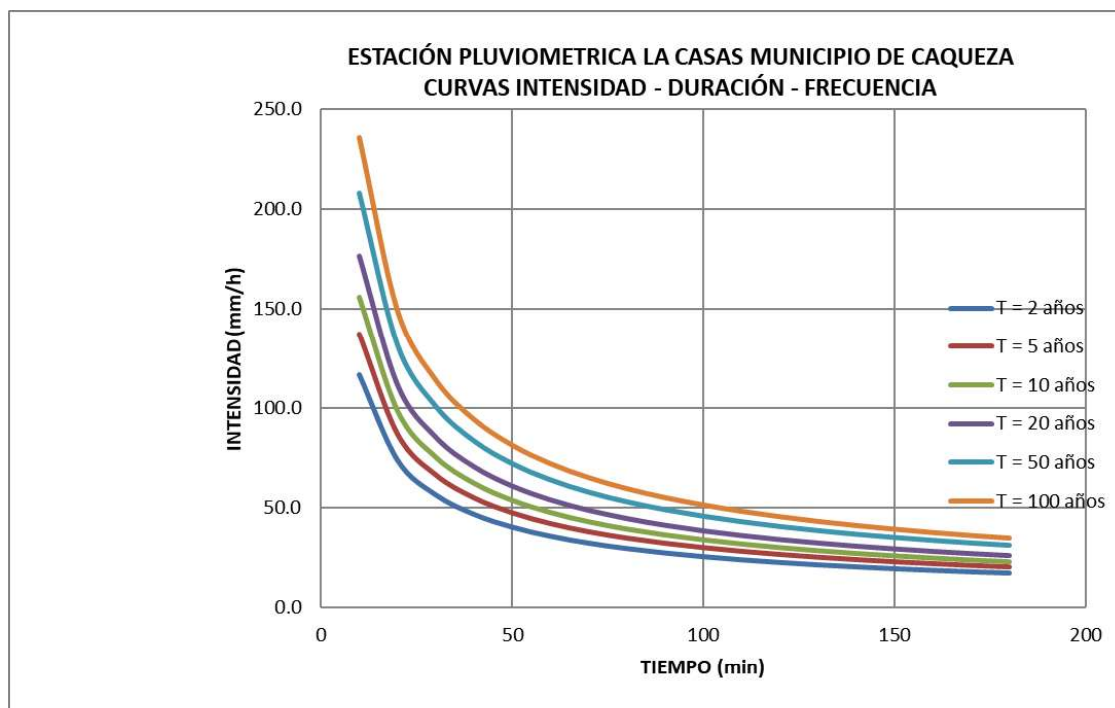


Figura N°7 Curvas intensidad duración frecuencia estación Las Casas

4.2.8 Consideraciones de las ubicaciones tuberías de alcantarillado

- ✓ Las tuberías de alcantarillado deben estar a una distancia mínima de 0.5m de la acera y 1.5m del paramento, medida entre las superficies externas del conducto y el sardinel y el paramento, según corresponda.
- ✓ Las tuberías de alcantarillado no pueden estar ubicadas en la misma zanja de una tubería de acueducto y su cota clave siempre debe estar por debajo de la cota batea de la tubería de acueducto.
- ✓ Las distancias mínimas entre los colectores que conforman la red del sistema de recolección y evacuación de aguas residuales y/o pluviales y las tuberías de otras redes

de servicios públicos deben ser 1.0m en dirección horizontal y 0.3m en dirección vertical, medidas entre las superficies externas de los dos conductos.

4.2.9 Profundidad de instalación de la tubería en alcantarillados

La profundidad de instalación de los colectores debe estar sustentada por estudios geotécnicos y de estabilidad. Los valores mínimos permisibles de recubrimiento de los colectores que no requieren protección a cargas vivas con relación a la rasante definitiva se definen en la siguiente tabla.

Tabla N°12 Profundidades a las cotas claves del colector. Fuente: Resolución 0330 del 2017

Servidumbre	Profundidad a la clave del colector (m)
Vías peatonales o zonas verdes	0,75
Vías vehiculares	1,20

4.3 REDES DE ALCANTARILLADO DE AGUAS RESIDUALES

4.3.1 Diámetro interno real mínimo en los alcantarillados sanitarios

El diámetro real mínimo permitido para redes de alcantarillado es de 170mm. Para poblaciones menores de 2500 habitantes el diámetro interno real permitido es 140mm.

4.3.2 Velocidad máxima en los alcantarillados sanitarios

La velocidad máxima real en un colector por gravedad no debe sobrepasar los 5.0 m/s. En condiciones especiales y complejas como:

- ✓ Topografías con pendientes superiores al 30%,
- ✓ Colectores de diámetro iguales o superiores a 600mm.
- ✓ Caudales de flujo superiores a 500 L/s

Se permitirán velocidades de flujo superiores a 5m/s, sin embargo, la velocidad máxima no deberá sobrepasar los límites de velocidad recomendados para el material del ducto y/o de los accesorios a emplear y no deberá superar los 10m/s. las tuberías con velocidad superior a 5m/s deben seleccionarse con revestimientos internos especiales que permitan soportar el fenómeno de abrasión a largo plazo.

4.3.3 Relación máxima entre profundidad de flujo y diámetro de la tubería en los alcantarillados sanitarios

El valor máximo permitido de la profundidad del flujo para el caudal de diseño en un colector es de 85% del diámetro interno real de este.

4.3.4 Conexiones domiciliarias

Dentro de los parámetros que las tuberías de conexiones domiciliarias deben cumplir, están:

- ✓ Diámetro real interno mínimo de la tubería 140mm.
- ✓ Pendiente mínima de la tubería 2%.
- ✓ La entrega a la red de alcantarillado se realiza por gravedad y por la parte media superior del conector de alcantarillado.
- ✓ Para colectores con diámetro superior a 600mm no se permiten conexiones directas, se tiene que implementar una manija de acometida múltiple que va hasta el pozo de inspección.

4.3.5 Requisitos de diseño de alcantarillados simplificados

- ✓ Profundidad mínima en la cota clave debe ser 0.60m. En cruces de vías y en la entrada de garajes se deben prever protecciones estructurales a la tubería o garantizar un recubrimiento mínimo de 1.0m.
- ✓ Velocidad real dentro de un colector debe estar entre 0.40m/s y 5.0m/s, determinada para el caudal de diseño en las condiciones iniciales y finales del periodo de diseño. En condiciones especiales y justificadas se permiten velocidades superiores a 5m/s sin que sobrepasen los límites de velocidad recomendados para el material y no deberá sobrepasar los 10m/s.
- ✓ La profundidad del flujo para el caudal de diseño en un colector debe ser 80% del diámetro interno real de este. El diámetro interno real mínimo de las conexiones domiciliarios es de 75mm, con pendiente mínima de 2.5%.

- ✓ Se deben instalar cámaras o registros de inspección circular o rectangular, con distancias máximas entre sí de 120m.

4.4 REDES DE ALCANTARILLADO DE AGUAS PLUVIALES

4.4.1 Diámetro interno real mínimo en los alcantarillados pluviales

El diámetro interno real mínimo permitido en redes de alcantarillado pluvial es de 260mm.

4.4.2 Auto limpieza en los alcantarillados pluviales

La velocidad mínima real permitida en el colector de alcantarillado pluvial es aquella que genere un esfuerzo cortante en la pared de la tubería mínimo de 2.0 Pa.

4.4.3 Velocidad máxima en los alcantarillados pluviales

La velocidad máxima real en un colector por gravedad no debe sobrepasar los 5.0 m/s. En condiciones especiales y complejas como:

- ✓ Topografías con pendientes superiores al 30%,
- ✓ Colectores de diámetro iguales o superiores a 600mm.
- ✓ Caudales de flujo superiores a 500 L/s

Se permitirán velocidades de flujo superiores a 5m/s, sin embargo, la velocidad máxima no deberá sobrepasar los límites de velocidad recomendados para el material del ducto y/o de los

accesorios a emplear y no deberá superar los 10m/s. las tuberías con velocidad superior a 5m/s deben seleccionarse con revestimientos internos especiales que permitan soportar el fenómeno de abrasión a largo plazo.

4.4.4 Relación máxima entre profundidad y diámetro de la tubería en los alcantarillados pluviales

El valor máximo permitido de la profundidad del flujo para el caudal de diseño de un colector es de 93% del diámetro interno real de este correspondiente a flujo lleno.

4.5 ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO

4.5.1 Requisitos de diseño de estructuras de conexión

Las estructuras de conexión deben ubicarse como mínimo:

- ✓ Al inicio de la red.
- ✓ En los cambios de dirección del flujo.
- ✓ En los cambios de diámetro, material y pendiente del colector.
- ✓ En la confluencia de más de dos tuberías
- ✓ A distancia máxima de 120m para tramo con aportes de caudal y 300m en interceptores y emisarios finales sin aportes de caudal.

Nota: Las conclusiones y recomendaciones del presente documento van amarradas con la información aquí relacionada y con los archivos anexos (ver relación de archivos anexos al documento), en donde se puede apreciar mejor el ejercicio del diseño y modelación de la primera fase de alcantarillado separado para el municipio de Chipaque.

4.6 MODELACION DISEÑOS SANITARIO Y PLUVIAL

Los resultados de la modelación hidráulica, trazados, perfiles hidráulicos, planos y demás archivos de cálculo se presentan como anexos. Una lista de dichos anexos se presenta al final del documento.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta que el sistema de alcantarillado que tiene el municipio de Chipaque es combinado y en él se mezclan tanto aguas de lluvia, residuales y de escorrentía superficial, además sin dejar a un lado el hecho de que estas terminan vertiéndose sin ningún tipo de tratamiento en la quebrada Quente, ocasionando un problema de contaminación latente y constante, que puede llegar afectar el bienestar social de la población que haga uso de estas aguas, se decide desarrollar este proyecto con la finalidad de crear una alternativa para el manejo de las aguas del municipio, al decidir separar el sistema de alcantarillado del sistema de aguas pluviales. Además, se busca

diseñar los tramos que se encuentra en contrapendiente y cambiar u optimizar los colectores que no cuentan con la capacidad hidráulica necesaria.

En la modelación del alcantarillado, se ajustaron todos los tramos para que cumplan con la normatividad actual (Resolución 0330 del 2017), se utilizaron diámetros de tuberías comerciales (Pavco), tubería Novafort dando así:

- Alcantarillado sanitario: 46 tramos de tubería 200-S8, 50 tramos de tubería 250-S8 y 70 tramos de tubería 315-S8 para un total de 165 tramos en el sistema. Los tramos del sistema de alcantarillado sanitario cuentan con una longitud total de tubería de 7196.273 m.
- Alcantarillado pluvial: 1 tramos de tubería 48”, 6 tramos de tubería 54”, 10 tramos de tubería 60”, 12 tramos de tubería 24-S4, 16 tramos de tubería 250-S8, 9 tramos de tubería 30-S4, 3 tramos de tubería, 315-S4, 2 tramos de tubería 315-S8, 3 tramos de tubería 355-S8, 2 tramos de tubería 36-S4, 4 tramos de tubería 39-S4, 1 tramo de tubería 400-S8, 2 tramos de tubería 42-S4 y 3 tramos de tubería 500-S8. Los tramos del sistema de alcantarillado pluvial cuentan con una longitud total de tubería de 3640.43 m.

El alcantarillado pluvial fue calculado teniendo en cuenta que el municipio de Chipaque cuenta con una zona montañosa en la parte superior del casco urbano, se propone la elaboración de una canal que rodee esta zona montañosa del casco urbano del municipio de Chipaque, con el

fin de conducir la descarga producida por aguas lluvias directamente en el río Une, sin afectar directamente el diseño del alcantarillado del casco urbano.

5.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Se debe realizar estudios del suelo para establecer el comportamiento de la instalación de la red sanitaria y pluvial.
- ✓ Al realizar los estudios del suelo se ha de realizar el presupuesto del proyecto y establecer que accesorios son necesarios para la instalación de las redes.
- ✓ Se debe tener en cuenta el estudio del PSMV para la aplicación del plan maestro de alcantarillado y red fluvial.
- ✓ Tener en el alcance para desarrollar en este diseño, la detección y recomendaciones para el manejo de las aguas subterráneas que existan en el municipio.
- ✓ Es necesario el desarrollo de un estudio a nivel freático a causa de la infiltración.
- ✓ Se recomienda elaborar los planos de los perfiles del alcantarillado para poder hacer una adecuada modelación del sistema.

6 REGISTRO FOTOGRAFICO





Fuente propia.

Fuente: www.elcampoaldia.com

7 BIBLIOGRAFÍA

- CLASIFICACIÓN DE LOS COSTOS. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.umss.edu.bo/epubs/etexts/downloads/18/alumno/im/cap2/figura65.gif>>. [Citado: 20, oct., 2013].
 - Józwiakowski, K., Podbrożna, D., Kopczacka, K., Jaguś, M., Marzec, M., Listosz, A. ... Malik, A. (2018). The State of Water and Wastewater Management in the Municipalities of the Roztocze National Park. *Journal of Ecological Engineering*, 19(2), 255-262.
 - Lopez Cuella, Ricardo Alfredo. Elementos de diseño para acueductos y alcantarillado 2 ed. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería, 2003.
 - López-Kleine, L., Hernández, N., & Torres, A. (2016). Physical characteristics of pipes as indicators of structural state for decision-making considerations in sewer asset management. *Ingeniería e Investigación*, 36(3), 15-21. DOI: 10.15446/ing.investig.v36n3.56616
 - MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000: Resolución No. 1096/2000 de noviembre de 2000.
 - NUESTRO MUNICIPIO. [En línea]. Disponible en Internet: <URL: http://www.zipaquira-cundinamarca.gov.co/mapas_municipio.shtml?apc=bcxx-1&x=1631053>. [Citado: 20, oct., 2013].

- POTTER, M. W. (2017). Mechanics of Fluids Fifth Edition. Boston: Cengage Learning.
- RAS, J. t. (2000 Res 2320 año 2009 y Res 0330 año 2017). Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RESOLUCIÓN 0330-2017. <http://www.minvivienda.gov.co/viceministerios/viceministerio-de-agua/reglamento-tecnico-del-sector/reglamento-tecnico-del-sector-de-agua-potable>.
- UNICEF COLOMBIA y PROCURADURÍA GENERAL DE LA NACIÓN. Base de Datos con el análisis de 1.008 planes de desarrollo municipales. Bogotá; UNICEF, 2008.
- Zahraei-Ramazani AR, Saghafipour A, Vatandoost H. Control of American Cockroach (*Periplaneta americana*) in Municipal Sewage Disposal System, Central Iran. jad. 12(2):172-9.

Webgrafia:

- http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358039/ContenidoLinea/leccion_1_origen_y_caracteristicas_de_las_aguas_residuales.html
 - <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/interesantes/tratamientosresiduales/tratamientosresiduales.html>
 - <https://www.google.com.co/search?q=aguas+residuales+domesticas> —
- Imagen 1
- <http://www.agua-mineral.net/574/aguas-residuales-grises-y-negras/> -
- Imagen 2

- (Información tomada <http://www.orarbo.gov.co>)
- <https://www.google.com.co/sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0CAcQjRw&url=http%3A%2F%2F> – Imagen 3
- <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan2/011643/011643-09.pdf>
- <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/895/Capitulo3.pdf>

DANE. (2017). *Censo municipal municipio de Chipaque Cundinamarca*. Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/chipaque%20(1).pdf

dn. (s.f.). Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/chipaque%20(1).pdf

DNP. (2005). *Censo municipip de Chipaque Cundinamarca*. Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/chipaque%20(1).pdf

ONU. (2015). *Agenda de Desarrollo post 2015*. Obtenido de <https://www.un.org/development/desa/es/development-beyond-2015.html>

Plan de desarrollo municipal de Chipaque Cundinamarca. (2016-2019). *Con progreso Chipaque Si avanza*. Obtenido de https://chipaquecundinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/chipaquecundinamarca/content/files/000041/2008_04-plan-de-desarrollo-con-progreso-chipaque-si-avanza--vigente.pdf

8 ANEXOS

A continuación, se relacionan los anexos que se entregan y complementan el presente documento.

- ✓ Anexo 1 plano topográfico.
- ✓ Anexo 2 plano áreas de drenaje alcantarillado residual.
- ✓ Anexo 3 plano diseño alcantarillado residual.
- ✓ Anexo 4 plano áreas de drenaje alcantarillado pluvial.
- ✓ Anexo 5 plano diseño alcantarillado pluvial.
- ✓ Anexo 6 tabla diseño proyección de la población.
- ✓ Anexo 7 tabla de diseño alcantarillado aguas residuales (pavco).
- ✓ Anexo 8 tabla diseño datos pluviométricos y curvas IDF.
- ✓ Anexo 9 tabla de diseño alcantarillado aguas pluviales (pavco).
- ✓ Anexo 10 modelación alcantarillado residual (SewerGEMS).
- ✓ Anexo 11 modelación alcantarillado pluvial (SewerGEMS).
- ✓ Anexo 12 Carpeta archivos perfiles alcantarillado sanitario.
- ✓ Anexo 13 Carpeta archivos perfiles alcantarillado pluvial.